



10/522231

DT01 Rec'd PCT/PTC 24 JAN 2005

Verfahren und Vorrichtung zur Echtheitsprüfung  
eines Sicherheitselements

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Echtheitsprüfung eines Sicherheits-  
5 elements auf der Basis von flüssigkristallinen Materialien, sowie eine Vor-  
richtung zur Durchführung des Verfahrens.

Um Gegenstände, wie beispielsweise Dokumente und Wertpapiere, aber  
auch Ersatzteile, Medikamente, Textilien oder sonstige Markenartikel aus  
10 dem Konsumgüterbereich vor Nachahmung und Fälschung sowie Ver-  
fälschung zu schützen, sowie um die Originalität dieser Gegenstände über-  
prüfen zu können, werden sie mit besonderen Sicherheitselementen aus-  
gestattet. Bekannte Sicherheitselemente sind beispielsweise in Papier einge-  
brachte Wasserzeichen oder Sicherheitsfäden, lumineszierende oder magne-  
15 tische Partikel, die beispielsweise Druckfarben zugegeben werden, oder  
Prägehologramme, die als Folienelement auf die Oberfläche der zu schüt-  
zenden Gegenstände oder deren Verpackung aufgebracht werden. Zur  
Erzeugung von bekannten Sicherheitselementen werden auch Substanzen  
und Pigmente eingesetzt, die aufgrund ihrer besonderen optischen Eigen-  
20 schaften nicht oder nur mit großem Aufwand nachgeahmt werden können  
und die nicht ohne weiteres für jedermann verfügbar sind. Dies trifft bei-  
spielsweise auf Dünnschichtpigmente zu, die bei Betrachtung oder Beleuch-  
tung unter verschiedenen Winkeln unterschiedliche Farben zeigen. Markie-  
rungen, wie Aufdrucke, die solche Pigmente enthalten, werden deshalb auch  
25 als „optisch variabel“ bezeichnet.

Zur Gruppe der optisch variablen Materialien gehören auch flüssigkristalline  
Materialien, deren optische Eigenschaften, wie Absorption und Reflexion, im  
ausgerichteten Zustand richtungsabhängig sind. Aufgrund ihrer überlege-  
30 nen Verarbeitungseigenschaften kommen für Sicherheitselemente insbe-  
sondere vernetzte Flüssigkristallpolymere infrage, die beispielsweise als

dünne folienähnliche Schicht oder in Pigmentform vorliegen können. Als kleine Plättchen oder als Pigment kann man diese Flüssigkristallpolymere Druckfarben und Lacken oder Kunststoffen und anderen polymeren Bindemitteln zugeben und mit konventionellen Techniken, wie beispielsweise dem Drucken, Lackieren oder Verfahren der Folientechnologie verarbeiten. Die Herstellung und Verarbeitung von Pigmenten aus flüssigkristallinem Material wird beispielsweise in EP 0 601 483 A1 beschrieben.

Bei Betrachtung von flüssigkristallinem Material mit chiraler Phase ändert sich nicht nur die in Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel wahrgenommene Farbe, sondern das von ihm reflektierte Licht ist auch zirkular polarisiert. Je nach molekularem Aufbau des Materials kann die Polarisation links- oder rechtszirkular sein. Aufgrund ihrer optisch variablen Eigenschaften haben Sicherheitselemente, die entsprechende flüssigkristalline Materialien enthalten, beispielsweise den Vorteil, dass ihre richtungsabhängigen optischen Eigenschaften auch durch hochwertige Kopiergeräte, Scanner oder fotografische Einrichtungen nicht reproduziert oder nachgeahmt werden können.

Aus EP 0 435 029 A1 ist es beispielsweise bekannt, Datenträger, wie Wertpapiere und Dokumente mit Sicherheitselementen auszustatten, die ein flüssigkristallines Material enthalten. Bei deren Echtheitsprüfung werden Farbfilter, Lambda-Viertel-Platten, Strahlteiler und Linearpolarisatoren sowie ein Detektorpaar verwendet. Durch einen Vergleich der Signalstärke an den beiden Detektoren können Rückschlüsse auf die Echtheit des Sicherheitsmerkmals gezogen werden.

Auch WO 94/02329 beschreibt den Einsatz von flüssigkristallinen Materialien für die Absicherung von Dokumenten und Wertpapieren. Diese

werden auf durchscheinende Flächen, insbesondere über Wasserzeichen aufgebracht. Eine Echtheitsprüfung wird beispielsweise anhand von Detektoren vorgenommen, die den Anteil des von dem Sicherheitselement durchgelassenen und des reflektierten Lichtes bestimmen. Für die automatische, maschinelle Auswertung werden insbesondere Streifenmuster vorgeschla-  
5 gen, wobei sich das flüssigkristalline Material in benachbarten Streifen in seiner Händigkeit unterscheidet.

Es besteht jedoch laufend Bedarf an neuen und verbesserten Prüfverfahren, insbesondere solchen, die besonders sicher und automatisierbar sind und die  
10 sowohl schnell und einfach als auch von ungeschultem Personal durchgeführt werden können. Ein weiterer Aspekt besteht darin, ein Verfahren anzugeben, das insbesondere geeignet ist, Pfandmarken auf Pfandbehältern zu überprüfen. Aufgabe der Erfindung war es, ein solches Verfahren und  
15 eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens vorzuschlagen. Die Aufgabe wird durch ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Die hier infrage kommenden Sicherheitselemente basieren auf flüssigkristallinen Materialien und weisen zumindest eine erste Markierung mit  
20 rechtszirkular polarisierendem Material und zumindest eine zweite Markierung mit linkszirkular polarisierendem Material auf. Alternativ kann auch nur mit einer Markierung gearbeitet werden, die sowohl rechtszirkular als auch linkszirkular polarisierendes Material enthält. Erfindungsgemäß  
25 werden zur Prüfung der Echtheit solcher Sicherheitselemente zwei Aufnahmen der Sicherheitselemente angefertigt, bei denen jeweils das auf die Sicherheitselemente auftreffende oder das von ihnen reflektierte Licht durch einen Zirkularpolarisator geleitet wird, der im Wesentlichen nur Licht einer vorgegebenen Polarisationsrichtung durchlässt. Wird etwa für die eine

Aufnahme ein Filter verwendet, der nur linkszirkular polarisiertes Licht durchlässt, erfolgt die andere Aufnahme mit Licht, das von einem Polarisator für rechtzirkular polarisiertes Licht gefiltert wurde. Anhand der beiden Abbildungen des Sicherheitselements wird ein Differenzbild ermittelt und aus dem Differenzbild eine Aussage bzw. Entscheidung über die Echtheit des Sicherheitselements abgeleitet. Durch die Differenzbildung werden die Kontraste zwischen der Markierung mit dem rechtzirkular polarisierenden Material und der Markierung mit dem linkszirkular polarisierenden Material und der Kontrast zum Umfeld der Markierung/en, das kein polarisierendes Material aufweist, erhöht und dadurch das Auffinden der Markierung/en innerhalb einer Abbildung erleichtert. Durch die Kontrastverstärkung kann die Markierung bzw. können die Markierungen sowohl visuell besser wahrgenommen als auch maschinell, das heißt durch Bildverarbeitung leichter bearbeitet werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, die unterschiedlichen Intensitäts- oder Helligkeitsstufen, die sich im Differenzbild aufgrund des unterschiedlich polarisierenden Materials ergeben, zu erfassen und als weitere Information bei der Echtheitsprüfung des Sicherheitselements zu berücksichtigen.

Dieses Verfahren ermöglicht das Erkennen und somit die Abwehr von verschiedenen Fälschungsversuchen. Wird für die Markierungen zum Beispiel eine Druckfarbe verwendet, die ihnen lediglich farblich gleicht ohne jedoch die Polarisation zu verändern, werden die Markierungen im Differenzbild ausgeblendet.

Gemäß einer weiteren Variante weist das Sicherheitselement nur eine Markierung auf, die lediglich ein zirkular polarisierendes Material enthält, vorzugsweise linkszirkular polarisierendes Material. Die Prüfung erfolgt ebenfalls nach dem bereits erläuterten Verfahren. Es werden zwei Auf-

nahmen angefertigt, jeweils mit einem rechtsdrehendem Zirkularpolarisationsfilter und einem linksdrehendem Zirkularpolarisationsfilter. Aus dem daraus ermittelten Differenzbild lässt sich eine Aussage bzw. Entscheidung über die Echtheit des Sicherheitselementes ableiten. Für Markierungen, die  
5 nur eine Polarisationsrichtung aufweisen, ergibt sich im Differenzbild eventuell ein geringerer Kontrast.

Da der Polarisationszustand des vom Sicherheitselement mit dem flüssigkristallinen Material mit chiraler Phase reflektierten Lichtes vom bloßen  
10 Auge nicht wahrgenommen werden kann, kann das Sicherheitselement visuell homogen erscheinen, ohne dass die erste und zweite Markierung unterschiedlich wahrgenommen werden. Die erste und zweite Markierung mit dem rechts- bzw. linkszirkular polarisierenden Material können unmittelbar aneinander grenzen, sogar überlappen oder einander umschließen  
15 oder auch voneinander beabstandet sein. Erst wenn mithilfe eines Zirkularpolarisators mit einer vorgegebenen Polarisationsrichtung eine Aufnahme oder Abbildung des Sicherheitselements angefertigt wird, unterscheiden sich die Bereiche der ersten und der zweiten Markierung deutlich in ihrer Intensität. Wird dagegen nur mit einer Markierung gearbeitet, die sowohl rechts-  
20 zirkular als auch linkszirkular polarisierendes Material enthält, beispielsweise als ein Gemisch entsprechender Flüssigkristallpigmente, erhält man bei den Aufnahmen mit den beiden unterschiedlichen Zirkularpolarisatoren zumindest einen unterschiedlichen Intensitäts- oder Helligkeitswert der Markierung, wenn der Gehalt oder die Wirkung der unterschiedlich polarisierenden Materialien in der Markierung unterschiedlich ist. Diese Variante  
25 der Markierung hat den produktionstechnischen Vorteil, dass sie einfacher herstellbar ist, beispielsweise durch einen einzigen Druckvorgang, als die Markierungen, die unterschiedlich polarisierendes Material in separaten Bereichen enthalten.

Für das Anfertigen der Aufnahmen des Sicherheitselements ist es sowohl möglich mit Umgebungslicht zu arbeiten, als auch eine Beleuchtung für den aufzunehmenden Bereich vorzusehen. Eine Beleuchtung ist beispielsweise von Vorteil, wenn die Umgebungsverhältnisse ungünstig oder nicht vorhersehbar sind, was insbesondere auftreten kann, wenn die Prüfvorrichtung als mobile, transportable Vorrichtung ausgeführt wird. Durch eine Beleuchtungs-  
5 vorrichtung wird der Aufnahmebereich in geeigneter Weise, das heißt insbesondere mit ausreichender Lichtstärke ausgeleuchtet. In besonderer Weise eignen sich hierfür biegbare Faserbündel aus Lichtleitern, die eine  
10 punktgenaue Beleuchtung ermöglichen. Bevorzugt wird auch eine Abschirmung für das Umgebungslicht eingesetzt, die möglicherweise schwankendes Umgebungslicht vom Sicherheitselement fernhält und so bei Verwendung einer zusätzlichen Beleuchtung für konstante und reproduzierbare Aufnahmebedingungen sorgt.

15

Die Zirkularpolarisatoren können sowohl auf der Beleuchtungsseite angeordnet sein und das auf das Sicherheitselement auftreffende Licht filtern als auch alternativ auf der Reflexionsseite, wobei das vom Sicherheitselement reflektierte Licht den Zirkularpolarisator durchläuft.

20

Für die Abbildungen werden insbesondere bildgebende Verfahren eingesetzt, bei denen der abzubildende Bereich punkt- oder zeilenweise abgetastet wird und dabei die jeweiligen Intensitätswerte bestimmt werden. Bevorzugt werden diese Intensitätswerte für ihre Weiterbe- oder -verarbeitung gespeichert, wozu insbesondere elektronische Speichermedien infrage kommen.  
25 Die zeilenweise Abtastung ist für die Prüfung mit hohen Taktraten und die Prüfung von bewegten Objekten vorteilhaft. Als Aufnahmevorrichtungen für die Abbildungen eignen sich insbesondere Digital- oder Videokameras.

- Die Aufnahme der ersten und der zweiten Abbildung mit einem rechtsdrehenden bzw. linksdrehenden Zirkularpolarisator kann entweder gleichzeitig oder nacheinander erfolgen. Werden die beiden Abbildungen nacheinander aufgenommen, ist eine Abbildungseinrichtung ausreichend, mit der beide Aufnahmen des Sicherheitselements durchgeführt werden. Der zwischen den beiden Aufnahmen durchzuführende Wechsel des Zirkularpolarisators von rechtsdrehend auf linksdrehend oder umgekehrt kann manuell erfolgen. Bevorzugt wird jedoch ein automatisierter, maschineller Wechsel des Zirkularpolarisators, da dadurch Verwechslungen vermieden und die beiden Aufnahmen auch schneller durchgeführt werden können. Das Bewegen und Wechseln des bzw. der Filter kann sowohl durch lineare als auch durch kreisförmige Bewegungen erfolgen, beispielsweise durch ein so genanntes „Chopperrad“. Werden die beiden Abbildungen nacheinander aufgenommen, darf sich das Sicherheitselement in der Zeit zwischen den beiden Aufnahmen nicht bewegen. Sollte das doch der Fall sein, kann eine solche Bewegung mit Methoden der Bildverarbeitung kompensiert werden, um die beiden Abbildungen des Sicherheitselements vor der Ermittlung des Differenzbildes in Deckung zu bringen.
- 20 Erfolgen die beiden Aufnahmen gleichzeitig, wodurch eine insgesamt schnellere Prüfung möglich ist, muss für jede Aufnahme eine separate Aufnahmevorrichtung, also beispielsweise zwei Kameras, eingesetzt werden. Um für die beiden Abbildungen gleiche Betrachtungsverhältnisse sicherzustellen, wird bevorzugt ein Strahlteiler verwendet, der das von dem
- 25 Sicherheitselement reflektierte Licht gleichmäßig auf die beiden Aufnahmevorrichtungen aufteilt. In dieser Konfiguration müssen die beiden rechts- bzw. linksdrehenden Zirkularpolarisatoren zwangsläufig nach dem Strahlteiler angeordnet sein.

Zur Ermittlung des Differenzbildes aus den beiden Abbildungen ist darauf zu achten, dass sich jeweils entsprechende Abbildungsbereiche herangezogen werden. Dies erfolgt beispielsweise durch eine sorgfältige Ausrichtung und Positionierung des Prüfobjektes und der Aufnahmevorrichtung/en  
5 oder der Bearbeitung der vorzugsweise elektronisch gespeicherten Bilddaten mit gängigen Algorithmen der Bildverarbeitung. Auch dadurch kann sichergestellt werden kann, dass für die Differenzbildung die gleichen Abbildungsbereiche herangezogen werden. Es kann auch zweckmäßig sein, an den Einzelbildern eine Korrektur oder Korrelation durchzuführen, um beispielsweise systematisch auftretende Fehler oder Abweichungen, wie einen  
10 Signaloffset, Streu- oder Blendeffekte, zu kompensieren oder zumindest zu verringern. Das Differenzbild wird ermittelt, indem die Intensitätswerte sich jeweils entsprechender Teilbereiche des ersten und zweiten Abbilds voneinander abgezogen werden. Die Ableitung einer Aussage über die Echtheit des Sicherheitselements kann durch eine elektronische Bewertung des Differenzbilds erfolgen. Hierbei werden bevorzugt Verfahren der digitalen Bildverarbeitung und/oder Mustererkennung eingesetzt. Die Aussage über die  
15 Echtheit des Sicherheitselements kann mit einem akustischen und/oder optischen Signal oder mit der Weiterleitung geeigneter Daten, beispielsweise eines Prüfprotokolls, verbunden sein. Bevorzugt erfolgt die Übermittlung des Prüfergebnisses durch verschlüsselte Daten und/oder zusammen mit einer elektronischen Signatur und/oder durch die so genannte „Message-Authentication“, bei der die Kommunikation zwischen Absender und Empfänger nach einem vorgegebenen Protokoll erfolgt. Dadurch kann  
20 sichergestellt werden, dass die Prüfergebnisse nicht frei zugänglich und vor unerlaubter Manipulation geschützt sind. Das Prüfergebnis kann an ein Kommunikationsmodul übertragen werden, das Bestandteil der Prüfvorrichtung ist, oder auch an eine externe Stelle übermittelt werden. Sind die überprüften Sicherheitselemente beispielsweise Pfandmarken, kann die



Übermittlung des Prüfergebnisses etwa an ein externes Kassensystem oder eine Clearingstelle erfolgen. Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, dass das Differenzbild und, falls gewünscht, auch die Einzelaufnahmen in einer Anzeigevorrichtung, wie beispielsweise einem Monitor oder Display, 5 wiedergegeben werden. Damit ist es auch möglich, dass die Entscheidung über die Echtheit eines geprüften Sicherheitselements von ggf. geschultem Prüfpersonal vorgenommen wird.

Eine weitere Möglichkeit, die die Auswertung der Abbildungen erleichtert, 10 besteht darin, die bei der ersten und zweiten Abbildung erhaltenen Signale bzw. Helligkeitswerte sowie die daraus ermittelten Differenzwerte jeweils einem Kanal eines RGB-Monitors zuzuleiten. Die Intensitätsverteilung jedes Bildes steuert dann den Rot-, Grün- oder Blauanteil eines gemeinsamen Bildes. Die beiden Markierungen und ihre Umgebung erscheinen in der 15 RGB-Wiedergabe dann in deutlich unterscheidbaren Farben und die Markierungen können mit Methoden der Bildverarbeitung auch auf großen Flächen leicht gefunden und verifiziert werden. Anstatt die Signale den Kanälen eines RGB-Monitors zuzuleiten, können die Daten auch digital gespeichert werden, wobei die Farbinformationen auch in anderen Formaten 20 als RGB abgelegt sein können. Diese Daten können anschließend maschinell weiterverarbeitet werden.

Neben den rechts- und linksdrehenden Polarisationsfiltern können für die Echtheitsprüfung eines Sicherheitselements auch zusätzliche Farbfilter her- 25 angezogen werden. Dadurch wird vorzugsweise der überprüfte Spektralbereich eingeschränkt und damit beispielsweise Fälschungen ausgeschlossen, deren Markierungen zwar die richtigen Polarisationsseigenschaften aufweisen, aber nicht die richtige Reflexionswellenlänge besitzen und somit in einer anderen Farbe erscheinen. Außerdem werden durch Farbfilter, deren

- Transmissionsbereich auf die Farbe des verwendeten flüssigkristallinen Materials abgestimmt ist, der für eine Echtheitsprüfung negative Einfluss von Fremd- und Streulicht reduziert. Ferner kann mithilfe von Farbfilttern der bei flüssigkristallinen Materialien mit chiraler Phase bei variierenden
- 5 Beleuchtungs- und/oder Betrachtungswinkeln auftretende Farbwechsel überprüft werden. Dazu werden die Markierungen beispielsweise unter unterschiedlichen Winkeln beleuchtet und/oder das von ihnen reflektierte Licht unter verschiedenen Winkeln gemessen.
- 10 In einer besonderen Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein einziger Zirkularpolarisator verwendet, der einzelne rechtsdrehende und linksdrehende Bereiche aufweist, die in der Art eines Schachbrettmusters abwechselnd nebeneinander angeordnet sind. Wird ein solcher Filter direkt vor dem Detektor einer Kamera angebracht, können die einzelnen Bild-
- 15 punkte (Pixel) oder Bildbereiche des vom Detektor aufgenommenen Bildes jeweils einer Polarisationsrichtung zugeordnet werden. Die beiden Einzelabbildungen können dann rechnerisch ermittelt werden. Sind die einzelnen Filterbereiche klein genug, kann bei noch ausreichender Auflösung über die in jedem Einzelbild entstehenden Lücken interpoliert werden.
- 20 Die Erfindung wird im Folgenden anhand von in Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert. Es stellen dar:
- Fig. 1 ein Sicherheitselement in Aufsicht,
- 25 Fig. 2 eine erste Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3 eine weitere Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 4 eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Strahlteiler und zwei Kameras,

Fig. 5 schematische Darstellungen der mit Zirkularpolarisatoren angefertigten Aufnahmen und der daraus ermittelten Differenzbilder.

Fig. 1 zeigt ein Sicherheitselement 1, das als Etikett oder Label ausgeführt ist und die beiden Markierungen 2, 3 mit dem flüssigkristallinen Material als Aufdruck trägt. Es ist jedoch auch möglich, diesen Aufdruck mit dem flüssigkristallinen Material direkt auf die Oberfläche eines abzusichernden Gegenstands oder dessen Verpackung aufzubringen. Die erste Markierung 2 besitzt die Form eines Dreiecks, das allseitig von der zweiten Markierung 3 umschlossen wird, die eine kreisförmige Außenkontur besitzt. Die beiden Markierungen können auch jede andere gewünschte und technische ausführbare Geometrie aufweisen. Wenn eine der beiden Markierungen reflektiertes Licht linkszirkular polarisiert, wird das von der anderen Markierung reflektierte Licht rechtszirkular polarisiert. Der Unterschied in der Polarisation des reflektierten Lichtes wird vom menschlichen Auge nicht wahrgenommen. Das heißt, die beiden Markierungen bilden eine für das unbewaffnete menschliche Auge homogene Fläche, die den für flüssigkristalline Pigmente mit chiraler Phase bekannten, vom Betrachtungswinkel abhängigen Farbwechsel zeigt.

In Fig. 2 ist ein Sicherheitselement 1 unmittelbar auf die Oberfläche eines Substrats 4 aufgebracht. Dies kann beispielsweise durch in der Fig. nicht dargestellte Kleberschichten erfolgen oder über Bindemittel, die in den die

Markierungen bildenden Schichten enthalten sind. Die Markierungen 2, 3 bilden hier zwei nebeneinander liegende und aneinander grenzende Bereiche. Das Substrat 4 kann z. B. aus Papier, Pappe, Kunststoff oder Metall bestehen und beispielsweise einen Einwegbehälter bilden, bei dem das Sicherheitselement 1 eine zu überprüfende Pfandmarke darstellt. Als Beleuchtungseinrichtung 5 werden insbesondere fokussierbare Lichtquellen, wie Strahler mit Reflektoren, eingesetzt. Mit dieser Lichtquelle wird der Bereich der beiden Markierungen 2, 3 ausgeleuchtet und das von ihnen reflektierte Licht durch einen Zirkularpolarisator 6 geleitet. Als Aufnahmevorrichtung für die Abbilder des Sicherheitselements 1 wird beispielsweise eine Kamera 7 verwendet. Einfache Schwarzweiß-Videokameras sind preiswert und in geringer Baugröße erhältlich. Für die beiden Aufnahmen des Sicherheitselements 1 wird die gleiche Kamera 7 verwendet, jedoch mit unterschiedlichen Zirkularpolarisatoren 6 für rechtsdrehende und linksdrehende Polarisation. Die beiden Aufnahmen können entweder in der Kamera 7 oder in separaten nicht dargestellten Speichermedien zwischengespeichert und zur Ermittlung des Differenzbildes an eine Anlage zur elektronischen Datenverarbeitung übermittelt werden.

20 Eine alternative Anordnung zur Anfertigung der Aufnahmen ist in Fig. 3 dargestellt. Der Zirkularpolarisator 6 ist hier zwischen der Beleuchtungseinrichtung 5 und dem Sicherheitselement 1 angeordnet. Die Markierungen 2, 3 sind über eine Zwischenschicht 8 auf dem Substrat angeordnet, die beispielsweise aus einer Kunststofffolie oder Papier besteht und als Klebeetikett ausgeführt ist. Die beiden Markierungen sind in diesem Ausführungsbeispiel als separate, voneinander beabstandete Bereiche ausgeführt. Unabhängig von der speziellen Geometrie und Anordnung der Markierungen und der Komponenten der Prüfvorrichtung wird der beleuchtete und der

aufgenommene Bereich in jedem Fall so gewählt, dass beide Markierungen erfasst werden.

Eine weitere bevorzugte Anordnung zur Durchführung des erfindungsge-  
5 mäßigen Verfahrens ist in Fig. 4 dargestellt. Das Sicherheitselement 1 wurde  
hier auf ein zu überprüfendes Dokument 10 aufgedruckt und die Markie-  
rungen bestehen aus zwei sich teilweise überlappenden kreisförmigen  
Aufdrucken. Durch Druckelemente 11, die kein flüssigkristallines Material  
enthalten, sind die Markierungen graphisch in ihre Umgebung eingebunden.  
10 Das von den Markierungen reflektierte Licht wird von einem Strahlteiler 9  
gleichmäßig auf zwei Zweige verteilt. Jeder Zweig besitzt eine eigene  
Kamera 7 und einen Zirkularpolarisator 6 und in einem Zweig wird die  
Aufnahme anhand des linkszirkular polarisierten Lichts aufgenommen und  
in dem anderen mit rechtszirkular polarisiertem Licht. Die von den Kameras  
15 7 aufgenommenen Bilder bzw. Signale werden einer Auswerteeinheit 8 zu-  
geführt, die beispielsweise aus einem handelsüblichen Personalcomputer  
besteht. Die Auswerteeinheit 8 weist auch einen Monitor auf, der unter  
anderem für die Wiedergabe der beiden Einzelaufnahmen sowie des daraus  
ermittelten Differenzbildes oder zur Darstellung des von der Auswerteein-  
20 heit ermittelten Prüfungsergebnisses genutzt werden kann. Diese Anord-  
nung hat den besonderen Vorteil, dass für die Aufnahme mit dem links- und  
dem rechtzirkular polarisierten Licht zwangsläufig die gleichen Beleuch-  
tungs- und Aufnahmebedingungen gegeben sind und dass beide Aufnah-  
men gleichzeitig erfolgen können. Durch die beiden unabhängigen Mess-  
25 zweige ist kein Filterwechsel erforderlich. Eine solche Anordnung eignet sich  
daher insbesondere für Prüfungen, bei denen ein hoher Durchsatz ge-  
wünscht ist oder eine hohe Taktrate erforderlich ist.

In Fig. 5 werden exemplarisch für das in Fig. 1 dargestellte Sicherheitselement die Kontrastverhältnisse der beiden Aufnahmen und der daraus gebildeten Differenzbilder erläutert. Eine der beiden Aufnahmen des Sicherheitselements wird beispielsweise mit einem Polarisator für linkszirkular polarisiertes Licht aufgenommen und wird mit a) bezeichnet. Die erste Markierung 2, die dem inneren Bereich mit der Form eines Dreiecks entspricht, wird hell wiedergegeben, wenn diese Markierung flüssigkristallines Material mit chiraler Phase enthält, das reflektiertes Licht linkszirkular polarisiert. Der umgebende Bereich mit der Umrissform eines Kreises entspricht der zweiten Markierung 3 und wird in der Aufnahme a) dunkel wiedergegeben, wenn das Material der zweiten Markierung reflektiertes Licht rechtszirkular polarisiert. Der die beiden Markierungen umgebende Bereich des Sicherheitselements 1 weist kein flüssigkristallines Material auf, das den Polarisationszustand des reflektierten Lichtes verändert. Aus diesem Bereich wird nur Rest- und Streulicht empfangen und die entsprechende Fläche nur mit geringer Intensität, also beispielsweise in einem dunklen Grauton, wiedergegeben.

In der mit b) bezeichneten zweiten Aufnahme, die beispielsweise mit einem rechtszirkular polarisierenden Filter aufgenommen wurde, sind die Kontrastverhältnisse der beiden Markierungen 2, 3 genau umgekehrt. Der innere dreieckige Bereich der ersten Markierung 2, der das linkszirkular polarisierende Material enthält, erscheint in dieser Aufnahme dunkel, während der äußere kreisförmige Bereich der zweiten Markierung 3, die das rechtszirkular polarisierende Material enthält, hell wiedergegeben wird. Das Umfeld der beiden Markierungen erscheint aufgrund von Rest- und Streulicht wiederum nur mit geringer Intensität.

Bei der Differenzbildung werden die Intensitäten des Umfelds in jedem Fall eliminiert, während eine der beiden Markierungen kontraststark hervortritt und leicht aufzufinden und zu erkennen ist. Wird im vorangehend erläuterten Beispiel das Differenzbild aus der Differenz der beiden Aufnahmen

5 (a - b) gebildet, wird die erste, innere Markierung in der Form eines Dreiecks deutlich wiedergegeben. Im Differenzbild (b - a) wird dagegen die kreisförmige äußere, zweite Markierung hervorgehoben. Der beschriebene Effekt kann noch verstärkt werden, wenn das Differenzbild in einer Art Binärdarstellung wiedergegeben wird, bei der alle Bildbereiche mit maximaler Intensität wiedergegeben werden, die oberhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegen, und mit minimaler Intensität, falls sie unterhalb des Schwellwerts liegen. Werden die Aufnahmen beispielsweise mit einer Schwarzweiß-

10 Videokamera angefertigt, die den einzelnen Bildpunkten Grauwerte zuordnet, die auf einen Wertebereich zwischen 0 und 255 normiert sind, lässt sich durch Vorgabe eines Schwellwertes, der beispielsweise bei 110 liegen kann,

15 ein besonders kontrastreiches Schwarzweißbild erzeugen. Die Markierungen können darin schnell und sicher sowohl visuell von einer Prüfperson oder automatisch mithilfe von Bildverarbeitungs- und/oder Mustererkennungs-

20 algorithmen überprüft und bewertet werden.

Eine weitere Art der Differenzbildung eignet sich insbesondere für die automatische Überprüfung mit Bildverarbeitung. Dabei wird in einem ersten Schritt bei Aufnahme a) die Form der Markierung 2, 3 ausgewertet. Aus den Aufnahmedaten wird dann ein so genanntes „Histogramm“ gebildet, d.h.

25 die Verteilung von Graustufen wird ermittelt. Ebenso wird mit Aufnahme b) verfahren. Danach werden die Werte aus den Histogrammen weiterverarbeitet, um die Differenzwerte zu bilden. Das hat den Vorteil, dass nicht mehr die Daten der gesamten Bilder verarbeitet werden müssen, sondern wesentlich kleinere Datenmengen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Echtheitsprüfung eines Sicherheitselements auf Basis flüssigkristalliner Materialien, wobei das Sicherheitselement zumindest eine  
5 Markierung mit zirkular polarisierendem Material aufweist, mit den Schritten
  - 10
    - Filtern des auf das Sicherheitselement auftreffenden oder des von diesem reflektierten Lichtes mittels eines ersten Zirkularpolarisators für eine erste Polarisationsrichtung und Aufnehmen eines ersten Abbilds des Sicherheitselements,
    - 15
      - Filtern des auf das Sicherheitselement auftreffenden oder des von diesem reflektierten Lichtes mittels eines zweiten Zirkularpolarisators für eine zweite Polarisationsrichtung und Aufnehmen eines zweiten Abbilds des Sicherheitselements,
      - 20
        - Ermitteln eines Differenzbildes aus dem ersten und zweiten Abbild,
        - Ableiten einer Aussage über die Echtheit des Sicherheitselements anhand des Differenzbildes.
2. Verfahren nach Anspruch 1 , dadurch gekennzeichnet, dass als erster und  
25 zweiter Zirkularpolarisator jeweils ein rechtsdrehender und ein linksdrehender Polarisator eingesetzt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2 , dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitselement während der Aufnahmen beleuchtet wird.



4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 , **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Aufnahme des ersten bzw. des zweiten Abbilds der erste bzw. der zweite Zirkularpolarisator sich zwischen dem Sicherheitselement und einer Vorrichtung zur Aufnahme für das Abbild befindet.

5

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 , **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Aufnahme des ersten bzw. des zweiten Abbilds der erste bzw. der zweite Zirkularpolarisator sich zwischen einer Beleuchtungsvorrichtung und dem Sicherheitselement befindet.

10

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Aufnahme des ersten und der Aufnahme des zweiten Abbilds ein automatisierter Wechsel des Zirkularpolarisators erfolgt.

15

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Aufnahme des ersten und des zweiten Abbilds jeweils eine separate Aufnahmevorrichtung eingesetzt wird.

20

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und das zweite Abbild gleichzeitig aufgenommen werden.

25

9. Verfahren nach der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahme des ersten und des zweiten Abbilds über einen gemeinsamen Strahlteiler erfolgt, der zwischen den beiden Aufnahmevorrichtungen und dem Sicherheitselement angeordnet ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Aufnahmevorrichtung eine Videokamera oder eine Digitalkamera verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ableitung einer Aussage über die Echtheit des Sicherheitselements durch eine elektronische Bewertung des Differenzbildes erfolgt.
- 5 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der elektronischen Bewertung des Differenzbildes Verfahren der digitalen Bildverarbeitung eingesetzt werden.
- 10 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Differenzbild in einer Anzeigevorrichtung bildlich wiedergegeben wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wiedergabe des Differenzbilds an einem Monitor oder Display erfolgt.
- 15 15. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beleuchtung des Sicherheitselements durch ein Bündel mit Lichtleiterfasern erfolgt.
- 20 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor der Differenzbildung an zumindest einem der beiden Abbilder bzw. deren Daten eine Korrektur durchgeführt wird.
- 25 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ergebnis der Echtheitsprüfung verschlüsselt übertragen oder mit einer elektronischen Signatur versehen weitergeleitet wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Echtheitsprüfung an einem Sicherheitselement durchgeführt wird, das eine Pfandmarke eines Behälters ist.

19. Vorrichtung zur Echtheitsprüfung eines Sicherheitselements auf Basis flüssigkristalliner Materialien, wobei das Sicherheitselement zumindest eine Markierung mit zirkular polarisierendem Material aufweist und die Vorrichtung folgende Komponenten umfasst

5

- zumindest einen linkszirkularen und einen rechtszirkularen Polarisator,

10

- zumindest eine Aufnahmevorrichtung zur Aufnahme eines oder mehrerer Abbilds(er) des Sicherheitselements,

- Mittel zur Bildung eines Differenzbildes.

15

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass Mittel zur selbstständigen Bewertung des Differenzbildes vorhanden sind.

20

21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie Mittel zum Speichern der Intensitätswerte der Teilbereiche einer oder mehrerer Abbildung(en) aufweist.

20

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Beleuchtungsvorrichtung aufweist.

25

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Beleuchtungsvorrichtung ein Bündel aus Lichtleiterfasern vorgesehen ist.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Sicherheitselement und einer Aufnahmevorrichtung ein Zirkularpolarisator angeordnet ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Beleuchtungseinrichtung und dem Sicherheitselement ein Zirkularpolarisator angeordnet ist.
- 5 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass Mittel für einen automatischen Wechsel eines Zirkularpolarisators vorhanden sind.
- 10 27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zwei Aufnahmevorrichtungen aufweist.
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Sicherheitselement und den Aufnahmevorrichtungen ein Strahlteiler angeordnet ist.
- 15 29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Anzeigevorrichtung zur Wiedergabe des Differenzbildes aufweist.
- 20 30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Aufnahmevorrichtung/en mindestens eine Digital- oder Videokamera vorgesehen ist.
- 25 31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass der linkszirkulare und der rechtszirkulare Polarisator in einem Zirkularpolarisator so kombiniert sind, dass sich linkszirkulare und rechtszirkulare Bereiche in einem schachbrettartigen Muster abwechseln und dieser kombinierte Zirkularpolarisator unmittelbar vor dem Bilddetektor einer Abbildungsvorrichtung angeordnet ist.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang vor wenigstens einer der Aufnahmevorrichtungen zumindest ein Farbfilter angeordnet ist.

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, bei dem aus zwei Abbildungen eines Sicherheitselements, die mit rechts- und linkszirkular polarisierenden Filtern  
5 aufgenommen werden, ein Differenzbild erzeugt wird, anhand dessen die Echtheit des Sicherheitselements überprüft wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.